Über den Bau des Quarzes.

Von **Gustav Hinrichs,**
Professor an der Staats-Universität von Iowa.

(Mit 2 Holzschnitten.)

Die wichtige Untersuchung über Glimmercombinationen, welche Professor Reusch kürzlich bekannt gemacht hat [1]), glaube ich als eine experimentelle Bestätigung meiner schon 1867 veröffentlichten Erklärung [2]) der Circularpolarisation des Quarzes ansehen zu dürfen. Es mag daher erlaubt sein, auf diesen Zusammenhang zwischen Theorie und Erfahrung aufmerksam zu machen.

Durch die bekannte Güte des Herrn Ritter v. Haidinger war ich auch vor Kurzem in den Besitz seiner merkwürdigen Abhandlung „Über den Pleochroismus und die Krystallstructur des Amethystes" gelangt.

Die hierin entwickelten Structurverhältnisse scheinen mir auch die oben erwähnte Theorie zu bekräftigen.

Die folgenden Bemerkungen sollen dazu dienen, die oben erwähnte Meinung zu begründen.

Der Quarzatom SiO_2 ist $\left.\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\right\}Si$ und bildet ein gleichseitiges Dreieck; die Atomgewichte $O=16$ bilden die Endpunkte der Grundlinie, während das Atomgewicht $Si=28$ den Scheitelpunkt des Dreieckes bestimmt. Durch die Aggregation dieser Dreiecke unter dem allgemeinen Gesetze des Parallelismus gleicher Linien, können nur hexagonale Krystallformen entstehen, wie sie im Quarz so schön ausgebildet sind.

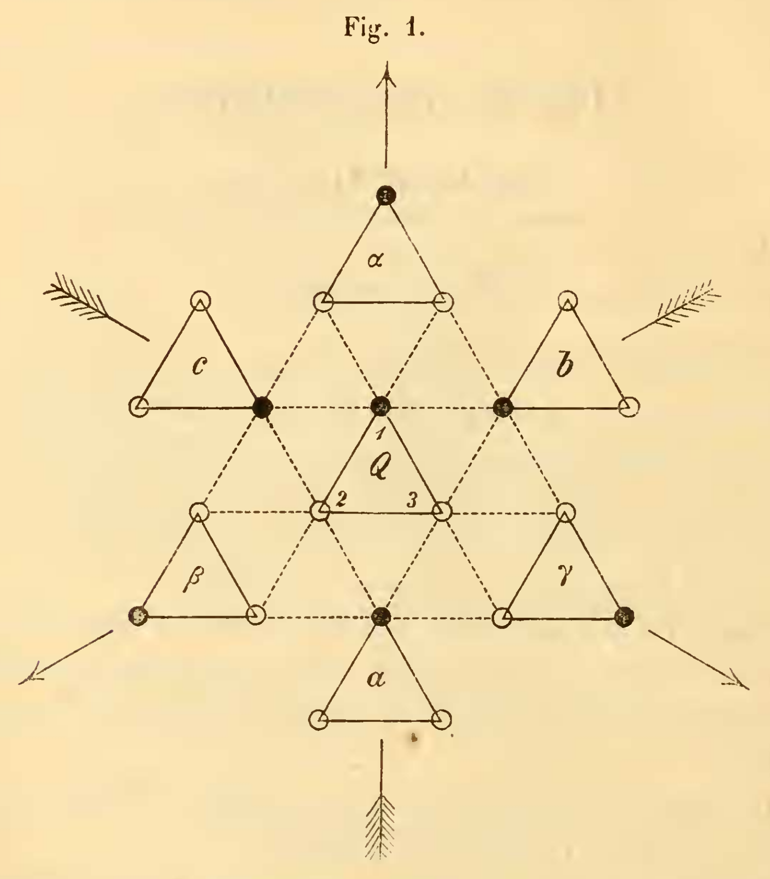
---

[1]) Monatsbericht der Akademie zu Berlin. 1869, p. 503.

[2]) Atomechanik. Iowa-City 1867. §. 497—499.

Diese Atome, wenn sie ganz langsam sich orientiren, während der Krystallisation eines Quarzindividuums, werden aber unter Beibehaltung des Parallelismus der Seiten ihrer Einzelatome

Fig. 1.



den Gesetzen der Massenanziehung nicht entgehen können. Dadurch wird eine besondere hexagonale Symmetrie hervorgebracht.

Sei nämlich in Fig. 1., Q ein erster Atom SiO_2, dessen Elementatome die Ecken 1, 2, 3 des gleichseitigen Dreieckes einnehmen, so müssen den allgemeinen Gesetzen der Krystallisation gemäß die übrigen Atome SiO_2 in der Ebene Q die Lagen a, b, c, α, β, γ u. s. w. einnehmen. Es wäre jetzt nur noch die Lage des Si-Atoms in jedem dieser Quarzatome zu bestimmen.

Sei nun für die ganze Ebene die obere Ecke des Dreiecks durch 1, die linke durch 2, die rechte durch 3 angedeutet, wie der Atom Q zeigt.

Ferner sei der Kieselatom durch einen schwarzen Punkt, die Sauerstoffatome durch offene Kreise bezeichnet, dem einfachen Parallelismus gemäß müssen alle Si die Ecken 1, alle O die Ecken 2 und 3 annehmen, wie in Q, a, α; in dieser Weise würde eine doppel-

brechende Krystallplatte durch Aggregation der SiO_2-Atome entstehen.

Wenn die Krystallisation aber äußerst langsam vor sich geht, dann kommt außer dem allgemeinen Gesetz des Parallelismus auch noch die Massenanziehung der Einzelatome zur Geltung. Also wird beiden Gesetzen gemäß der zweite Atom α sich an Q anlagern, wie die Figur zeigt.

Der dritte Atom, b, wird aber sich drehen bis Si die Stellung 2 einnimmt, da Si = 28fach doppelt so schwer ist, als jeder der Atome O = 16. Dasselbe gilt vom vierten Atome c, der auch in Folge der Anziehung den Kieselatom Si gegen Q kehrt, wie die Figur zeigt. Dadurch bilden die drei Atome a, b, c ein vollkommenes, hexagonal-symmetrisches Dreieck.

Der nächste Atom α wird sowohl in Folge des Gesetzes der Aggregation als auch der Massenanziehung der schon vorhandenen Atome die in der Figur angegebene, mit a völlig parallele Lage einnehmen. Ebenso die Atome β und γ.

In dieser Weise entstehen drei hexagonale Wachsthumsrichtungen oder Axen $a\alpha$, $b\beta$, $c\gamma$, durch Pfeile angedeutet. In Bezug auf den Mittelpunkt Q müssen wir jedoch sechs Einzelaxen Qa, $Q\alpha$, Qb, $Q\beta$, Qc, $Q\gamma$ unterscheiden. In den von Q nach a, b, c gerichteten Axen ist die von den Sauerstoffatomen OO gebildete Basis des gleichseitigen Dreiecks nach auswärts, der Kieselatom Si aber centripetal gerichtet. In den von Q nach α, β, γ gerichteten Axen ist aber Si vom Mittelpunkt gegen die Peripherie gekehrt. Der Kürze wegen mögen nun die Axen Qa, Qb, Qc centripetale und die Axen $Q\alpha$, $Q\beta$, $Q\gamma$ centrifugale heißen.

Wenn nun die Krystallisation durch keinerlei Nebenkräfte beeinflußt wird, wie Zähigkeit des Lösungsmittels u. dgl., dann werden diese sechs Axen im Wachsthum voranbleiben. Sternartige Krystallaggregate würden die Folge sein, wie wir es in den Schneesternen wirklich vor Augen haben. Denn Schnee ist OH_2 oder $\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O$ und die Massenwirkung noch größer, als für Quarz $\left.\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\right\}Si$, da O zu H = 16 zu 1, während Si zu O nur 28 zu 16 ist.

Um den Wachsthum der beiden Axen genauer zu studiren müssen wir den Einfluß derselben auf einander zu bestimmen suchen in dem zwischen je zwei benachbarten Axen liegenden Felde.

Sei Q in Figur 1 irgend ein Quarzatom einer centripetalen Axe $0a$, und seine β und γ benachbarte Atome gerichtet durch die entsprechenden centrifugalen Axen zunächst an Qa. Alsdann sind in dem Dreieck von doppelter Seitenlänge von Q sechs Atome, nämlich $2\,Si + 4\,O$ im Gesammtgewichte von 120.

Seien jedoch α, Q Quarzatome in einer centrifugalen Axe und b und c Quarzatome unter dem Einfluße der benachbarten centripetalen Axen Qb, und Qc, dann sind in dem Dreieck von doppelter Seitenlänge ebenfalls sechs Atome, aber diese wiegen $4\,Si + 2\,O = 144$.

Also verhält sich für gleiche Flächen die Massenanziehung in einer centrifugalen Axe $Q\alpha$ zu derjenigen in der centripetalen Axe Qa wie 144:120 oder wie 6:5.

Durch das Wachsen in der Richtung senkrecht zu der hier betrachteten Ebene müssen die Quarzatome schneller in den centrifugalen, als in den centripetalen Axen sich über einander häufen. Der Krystall muß daher unter solchen Verhältnissen von zwei gleichwinkligen Rhomboedern begränzt werden, eins von größeren Flächen P entsprechend der geringeren Anziehung der centripetalen Axen a, b, c und ein Rhomboeder von kleineren Flächen z entsprechend der größeren Anziehung in den centrifugalen Axen α, β, γ.

Vergleiche Fig. 1 in der oben citirten Abhandlung von Haidinger (Sitzungsberichte 1854, Bd 12, S. 401 etc).

Betrachten wir jetzt einen Atom r Fig. 2 zwischen der centripetalen Axe cQ und der centrifugalen Axe βQ. Gemäß Axe cQ sollte der Kieselatom Si in 3 sein. Die Wirkung von der benachbarten centrifugalen Axe βQ strebt dem allgemeinen Aggregationsgesetz Si nach 2 zu bringen, damit r mit β, β' völlig parallel und gleichgestelt sei.

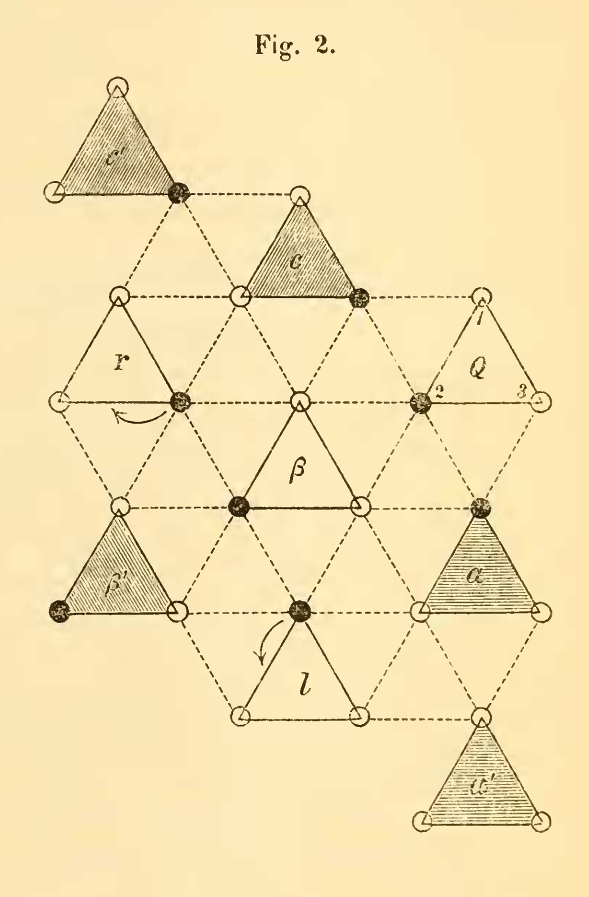
Auf den Atom r in der Nähe der Centrifugalaxe β wirkt also eine Drehkraft von Links gegen Rechts.

Fig. 2. Eben so wirkt auf den Atom l, welcher wie r der Centrifugal-Axe angelagert ist, eine Drehkraft von Rechts gegen Links.

Beides jedoch nur unter der Voraussetzung, daß r und l ursprünglich durch die Centripetalaxen cQ und aQ gerichtet wurden. Da die Krystalle von außen wachsen, so ist die Richtkraft mit Si = 28 gegen den Krystall nothwendig größer, als für O = 16. Daher ist die Stellung von Si in l bestimmt durch die Centripetalaxe a, und nur beeinflußt durch die Centrifugalaxe β.

Hieraus ergibt sich mit Nothwendigkeit die Circularpolarisation wie sie in Fig. 6 der mehrerwähnten Abhandlung von Haidinger dargestellt ist. Jeder der kleineren Flächen z des Quarzkrystalles nach den Centrifugalaxen α, β, γ entspricht eine entgegengesetzte Drehung zu jeder Seite der Axe α, β, γ oder der Linien cd, $c'd'$, $c''d''$ in Haidinger's Figur.

Fig. 2.



Die in derselben Figur gegebene Streifung ist parallel der Centrifugalaxe, und drückt die Rückwirkung der letzteren auf die vorherrschende Aggregation der Centrifugalaxe aus.

Im Falle endlich ein Krystall schneller wächst wie diese vollkommensten Amethyste, so wird die Aggregation überwiegen und nur der in der Atomechanik gegebene einfache Fall statthaben, den Reusch durch dünne Glimmerblättchen nachgebildet hat.

Die größere Anziehung in den kleineren Flächen über die centrifugalen Axen muß bei Temperatur- Änderungen nothwendig Erscheinungen hervorrufen, wie sie von W. Hankel experimentell nachgewiesen wurden in seiner Untersuchung der Pyroelectricität des Quarzes.

Herr Professor Reusch behauptet (S. 536 l. c.) „daß man sich vor der Hand auf instinctmäßige Vermuthungen“ beschränken muß in Bezug auf die optischen Erscheinungen des Quarzes. Die obigen Bemerkungen dürften doch auch wohl nicht weniger sein. Jedenfalls stimmt damit die von Haidinger am Schluß seiner anregenden Abhandlung gegebene zweite Hypothese.
